

Nota preliminar sobre las características estructurales del Rift NE de Tenerife

Preliminary results about structural features of the NE rift of Tenerife

J.C. Carracedo¹, F.J. Pérez-Torrado², E. Rodríguez Badiola³, R. Balcells⁴, H. Guillou⁵, S. Scaillet⁵, V. Troll⁶, R. Paris⁷, C. Martín Escorza³, A. Hansen⁸ y A. Rodríguez González²

- 1 Estación Volcanológica de Canarias, IPNA-CSIC. 38206 La Laguna (Tenerife). jcarracedo@ipna.csic.es
- 2 Dpto. Física (Geología), ULPGC. 35017 Las Palmas de Gran Canaria. fperez@dfis.ulpgc.es; alerglez@gmail.com
- 3 Dpto. Geología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. 28006 Madrid. erbadiola@mncn.csic.es; escorza@mncn.csic.es
- 4 Consejo Insular de Aguas de Tenerife, 38003 Santa Cruz de Tenerife. rbalcells.cia@cabtfe.es
- 5 LSCE, CEA-CNRS, 91198 Gif sur Yvette, Francia. herve.guillou@lsce.cnrs-gif.fr; Stephane.Scaillet@lsce.ipsl.fr
- 6 Department of Geology, Trinity College, Dublín, Irlanda. trollv@tcd.ie
- 7 Géolab UMR 6042 CNRS, 4 rue Ledru. 63057 Clermont-Ferrand, Francia. raparis@univ-bpclermont.fr
- 8 Dpto. de Geografía, ULPGC. 35003 Las Palmas de Gran Canaria. ahansen@dgeo.ulpgc.es

Resumen: Los rifts son estructuras cruciales en el desarrollo de las islas volcánicas oceánicas. Los rifts NW y NE de Tenerife son dos ejemplos extremos por su diferente edad, actividad eruptiva reciente y grado de erosión. El rift NW ha permitido evaluar la distribución espacial y temporal del volcanismo en estas estructuras volcánicas. El rift NE, prácticamente inactivo desde hace decenas de miles de años, está profundamente erosionado y presenta en afloramiento el enjambre de diques que forma su estructura interna, alcanzándose un acceso aun más profundo a través de galerías. La cartografía de los diques y la determinación de su polaridad geomagnética ha permitido diferenciar distintas poblaciones que se disponen en paquetes alternantes, sugiriendo que las fases intrusivas ocurren en periodos concentrados separados por largos periodos de quiescencia. El rift NE ha tenido al menos tres grandes deslizamientos laterales, dos de ellos (La Orotava y Güímar) ya conocidos. En este trabajo se describe de forma preliminar el tercer deslizamiento y el volcán central anidado de Micheque surgido en su interior.

Palabras clave: enjambre de diques, deslizamientos laterales, volcanes centrales anidados, rift NE, Tenerife (Islas Canarias).

Abstract: Rifts are the most relevant structures in the geology of oceanic volcanic islands. The NW and NE rifts of Tenerife differ in age, recent eruptive activity and erosion. Spatial and temporal distribution of volcanism has been defined in the young (mainly Holocene) NW rift. The NE rift, deeply eroded, shows the dense dyke swarm forming its internal structure. Deeper access to the core of the rift can be reached using groundwater galleries. Dyke mapping and geomagnetic polarity determination shows that dykes arrange in groups of a predominant polarity, suggesting that intrusions concentrate in short periods separated by long spans of quiescence. At least three lateral massive collapses have mass-wasted the NE rift, the Orotava, Güímar and the Micheque landslides, the last, not mentioned previously, mass-wasted the northwest flank of the rift. Continued volcanism filled the Micheque collapse depression, evolving to construct the Micheque central (differentiated) volcano, nested in the collapse embayment.

Key words: dyke swarms, lateral collapses, central nested volcanoes, NE Rift, Tenerife (Canary Islands).

INTRODUCCIÓN

Los rifts son posiblemente las estructuras más relevantes en la geología de las islas volcánicas oceánicas: 1. Controlan, tal vez desde su inicio, la construcción de los edificios insulares; 2. Son elementos sustanciales en la configuración (forma y topografía) de estas islas; 3. Dan origen a sus principales formas del relieve y el paisaje; 4. Al concentrar la actividad eruptiva, son asimismo estructuras cruciales en la distribución del riesgo volcánico; y 5. Condicionan la distribución de recursos naturales básicos, como el agua subterránea, ya que constituyen trampas favorables para su almacenamiento gracias al elevado número de diques que impiden el flujo lateral del agua.

En las Islas Canarias están muy bien representados tanto los rifts típicos de los estadios juveniles de desarrollo en escudo, como los más tardíos, correspondientes a las fases de rejuvenecimiento. Al primer grupo pertenecen los rifts de El Hierro o la dorsal de Cumbre Vieja, en La Palma. Al segundo, los rifts noroeste (NW) y noreste (NE) de Tenerife. De estos últimos, el NW ejemplifica un rift aún muy activo, recubierto en su práctica totalidad por volcanismo del Holoceno. En consecuencia, es un escenario muy adecuado para estudiar la distribución espacial y temporal del volcanismo y las variaciones geoquímicas y petrológicas (Ablay y Martí, 2000, Carracedo *et al.*, 2007). El Rift NE, en cambio, lleva prácticamente inactivo decenas de miles de años. La erosión resultante, aumentada por varios deslizamientos laterales masivos,

ha exhumado su estructura interna dejando al descubierto el correspondiente enjambre de diques.

A pesar de su indudable interés y complejidad, el Rift NE de Tenerife apenas está estudiado, reduciéndose

su conocimiento a un mapa, fundamentalmente petrológico, y a unas pocas edades dispersas (e.g., Fúster *et al.*, 1968; Carracedo, 1979; Ancochea *et al.*, 1990).

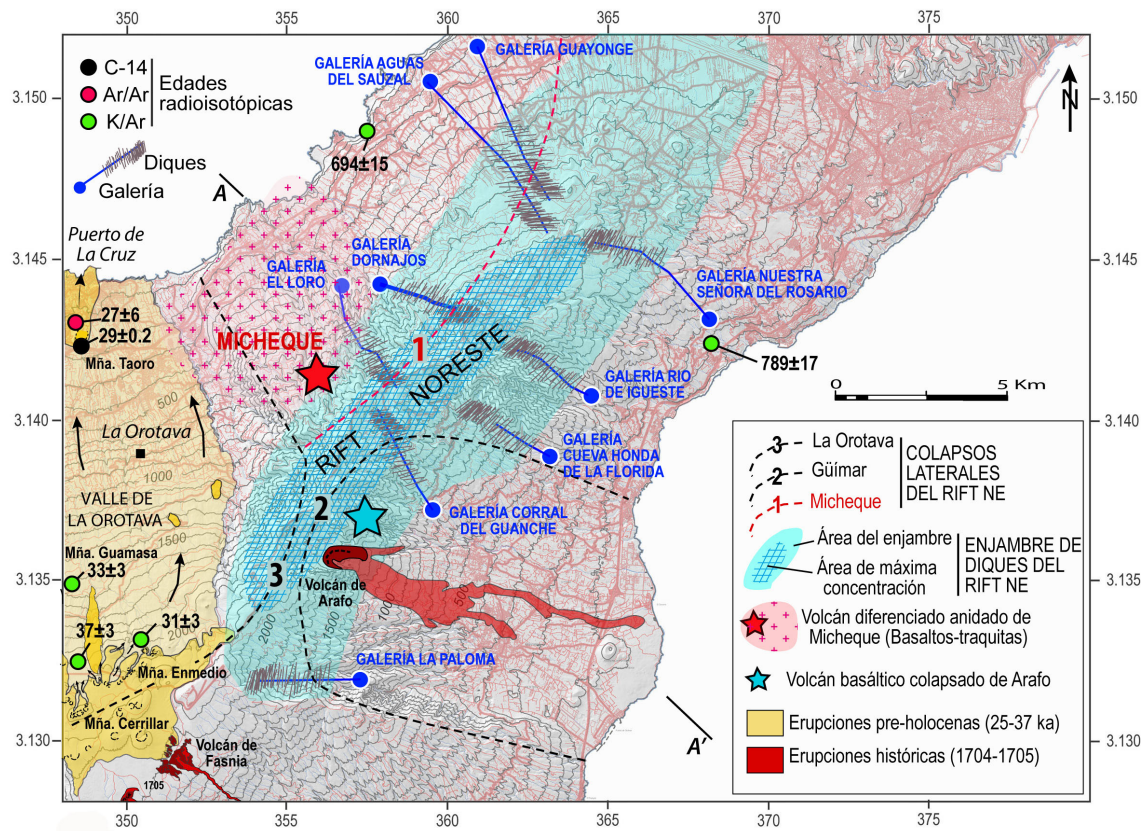


FIGURA 1. Esquema ilustrativo de la extensión del rift NE de Tenerife delimitada por los diques, tanto en afloramiento como en galerías. Se indican los deslizamientos laterales de la Orotava y Güimar, y uno más antiguo, deducido por la presencia de una brecha de avalancha y una paleodepresión en el flanco noroeste del rift, posteriormente colmatada por lavas que evolucionaron para formar el volcán central diferenciado de Miqueque, anidado en la depresión de deslizamiento. Edades en miles de años.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y GEOLÓGICAS DEL RIFT NE

El Rift NE forma una dorsal en tejado a dos aguas de unos 30 x 10 km, que se extiende entre el centro de Tenerife y Anaga (Fig. 1). Es muy escarpada y solo existe una carretera que la recorre a lo largo de su cresta. El resto del territorio es accesible a través de senderos y pistas, muchas abiertas para llegar a las numerosas galerías de la zona. Por tanto, el estudio de las formaciones volcánicas y los diques de este rift es difícil y laborioso, lo que puede explicar su escaso conocimiento.

No se conoce con certeza la extensión y edad de este rift. Algunos autores proponen que es de formación relativamente tardía, ya que Tenerife se habría formado en la fase en escudo como tres volcanes-isla independientes, unidas en la fase de rejuvenecimiento posterosivo por el Edificio Cañadas y la Cordillera Dorsal (Ancochea *et al.*, 1990). El Rift NE sería por lo tanto del Plioceno Superior y Pleistoceno, e independiente del escudo central, del Mioceno. Sin embargo, otros autores admiten la posibilidad de que este rift sea la prolongación hacia el noreste del escudo

central mioceno, sobre el que se apoyaría el escudo plioceno de Anaga (Carracedo, 1979; Guillou *et al.*, 2004). En La Palma pudo observarse como el escudo plioceno de Taburiente prolongaba consistentemente uno de sus rifts hacia el sur formando los edificios de Cumbre Nueva y Cumbre Vieja (Carracedo *et al.*, 2001). De forma similar, el escudo mioceno central de Tenerife puede haberse extendido hasta el edificio de Anaga, donde una formación con abundantes diques paralelos a los del Rift NE y datada en 8.05 Ma (Thirlwall *et al.*, 2000) subyace en discordancia erosiva y angular bajo las formaciones basales de Anaga, datadas en 4.23 Ma (Carracedo, 1979; Guillou *et al.*, 2004). Este rift antiguo se corta asimismo en algunas galerías, coincidiendo con la presencia de una malla de diques particularmente densa, que llega a sustituir casi totalmente a la roca caja. Esta densa formación intrusiva delinea perfectamente el ámbito del rift (ver figura 1).

Las primeras determinaciones de la polaridad de los diques, en secciones en afloramiento y en algunas galerías, han puesto ya de manifiesto una interesante característica: los diques no aparecen con polaridades aleatorias, sino en paquetes de diques con la misma polaridad o donde una polaridad predomina

ampliamente (Fig. 2). Esto sugiere la intrusión en un periodo corto de gran cantidad de diques, y por tanto a las erupciones que pudieran derivarse en fases concentradas en el tiempo (confiriendo a las lavas una misma polaridad geomagnética), seguidas de largos periodos de menor actividad (suficientes para permitir un cambio de polaridad). Estas observaciones

conuerdan con las obtenidas en el Rift NW, donde la mayoría de las erupciones volcánicas corresponden al Holoceno. Asimismo, supone una posible explicación de la acumulación de esfuerzos distensivos que, eventualmente, provocarían el deslizamiento lateral de los flancos de estas estructuras.

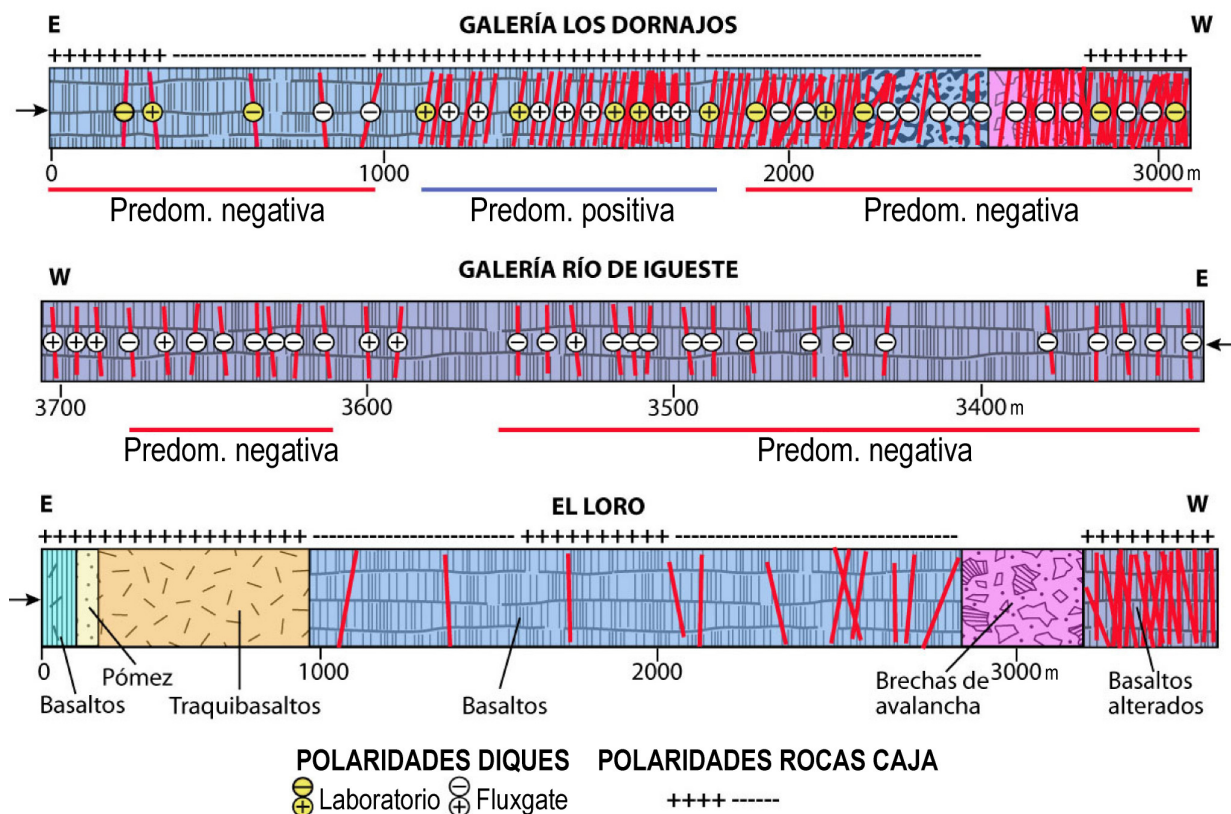


FIGURA 2. Polaridades de los diques de las galerías de Los Dornajos (al oeste del rift) y Río de Igüeste (al este). Puede observarse que las polaridades geomagnéticas de los diques los agrupan en poblaciones o paquetes alternantes, posiblemente en relación con fases eruptivas intensas y concentradas en el tiempo, separadas por largos intervalos de quiescencia. Tanto en la galería Los Dornajos como en la de El Loro (Carracedo, 1979), se observa una potente brecha de avalancha, que separa la formación colapsada del relleno de la depresión de colapso.

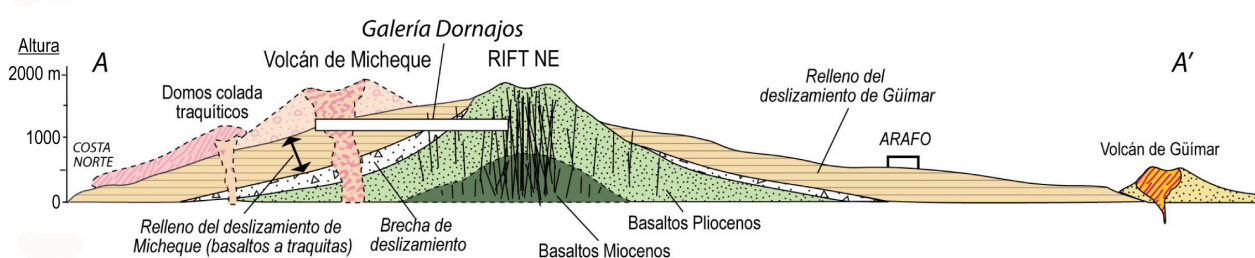


FIGURA 3. Esquema muy simplificado y tentativo de la estructura interna del rift NE y el deslizamiento lateral de su flanco noroeste para formar una gran depresión posteriormente rellena con lavas que evolucionaron de basaltos a traquibasaltos y traquitas, levantando el volcán de Micheque, anidado en la cuenca de deslizamiento.

EL DESLIZAMIENTO LATERAL Y VOLCÁN CENTRAL ANIDADO DE MICHEQUE

Las exploraciones iniciales realizadas en el Rift NE han profundizado en el estudio del volcán de Micheque, que puede cimentar significativamente el modelo de volcanes centrales diferenciados anidados en cuencas de deslizamiento. En efecto, la

paleodepresión que recorre el flanco norte del Rift NE, citada por primera vez por Navarro y Farrujia (1989), aparece actualmente totalmente colmatada por lavas basálticas provenientes de centros de emisión localizados preferentemente en la cresta del rift (Fig. 3). Anidado en el centro de la paleodepresión se sitúa un gran estratovolcán traquítico (el estratovolcán de Micheque), parcialmente fosilizado por lavas basálticas

más recientes y en avanzado estado de desmantelamiento erosivo. Esta paleodepresión parece haberse formado por un deslizamiento gravitatorio del flanco noroeste del rift, como evidencia la existencia de depósitos de avalancha en su fondo, cortados en varias galerías. Por otra parte, la brecha de avalancha separa nítidamente dos formaciones con una gran diferencia en densidad de diques: al cruzar la brecha se entra consistentemente en materiales con una espectacular densidad filoniana, a veces superior al 95%, lo que evidencia que ésta separa el volcán colapsado de la formación de relleno (ver figuras 2 y 3).

Esta secuencia geológica explica además coherentemente la presencia de un volcán central traquítico en un escenario en principio poco apropiado, en un proceso similar al ya conocido en otros estratovolcanes diferenciados anidados en cuencas de deslizamiento, como el Bejenado, en La Palma, o el Teide (Carracedo *et al.*, 2001, 2007). La despresurización post-colapso concentraría la actividad eruptiva en la cuenca de deslizamiento, colmatándola progresivamente con lavas basálticas. Posteriormente, el emplazamiento de porciones de estos magmas profundos del rift en cámaras someras favorecería procesos de diferenciación hacia materiales traquibasálticos y finalmente traquíticos.

Es obvio que sin el estudio de las galerías de captación de aguas subterráneas no se podría haber determinado esta secuencia geológica. Por tanto, éstas resultan una vía excepcional de acceso a amplias zonas del subsuelo y permiten “descubrir” paleodepresiones de colapso actualmente colmatadas y, por ello, sin expresión morfológica en superficie.

Finalmente, un aspecto de gran interés es el análisis de la relación entre el desarrollo del rift y la generación del deslizamiento y relleno de la cuenca, como por ejemplo el hecho aparentemente evidente de que este tipo de estratovolcanes anidados (Bejenado, el Teide, Micheque) a veces interrumpen su crecimiento antes de sobrepasar el nivel de estabilidad. Por otra parte, algunos deslizamientos laterales parecen ocurrir en condiciones favorables para que se produzca una intensa actividad post-colapso (Cumbre Nueva, La Palma; Tiñor y el Julan, en El Hierro; el deslizamiento de Las Cañadas-Icod-La Guancha y el Teide, en Tenerife), mientras que en otros casos apenas hay actividad eruptiva subsiguiente (El Valle de La Orotava y Güimar en Tenerife, el Golfo en El Hierro).

Estas observaciones podrían tener pues claras implicaciones en riesgo volcánico, definiendo varios posibles finales de los volcanes centrales anidados: 1. Aquellos que se tornan inestables y colapsan sin apenas actividad posterior de relleno, como posiblemente sea el caso del volcán de Arafo, cuyo deslizamiento dio lugar al Valle de Güimar; 2. Volcanes anidados similares que emiten lavas diferenciadas pero terminan su actividad sin un gran desarrollo, posiblemente por agotarse o desplazarse la actividad eruptiva, como es el caso del volcán Bejenado, en La Palma; y 3. Aquellos

que se diferencian totalmente y disminuyen o terminan su desarrollo por alcanzar una altura crítica, como es el caso del Teide. El análisis comparado de estos volcanes anidados de diferente evolución puede aportar información importante en la evaluación del riesgo volcánico de los diferentes escenarios geológicos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Caja General de Ahorros de Canarias (CajaCanarias) y el Proyecto del Plan Nacional de I+D+I CGL2005-00239. Agradecemos al Consejo Insular de Aguas de Tenerife las facilidades prestadas para la obtención de muestras orientadas y el estudio de las galerías

REFERENCIAS

- Ablay, G.J. y Marti, J. (2000): Stratigraphy, structure and volcanic evolution of the Pico Teide-Pico Viejo formation, Tenerife, Canary Islands. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 103: 175-208.
- Ancochea, E., Fúster, J.M., Ibarrola, E., Cendrero, A., Hernán, F., Cantagrel, J.M. y Jamond, C. (1990): Volcanic evolution of the Island of Tenerife (Canary Islands) in the light of new K–Ar data, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 44: 231–249.
- Carracedo, J.C. (1979): *Paleomagnetismo e historia geológica de Tenerife*. Aula Cultura Cabildo Insular de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife, 81 p.
- Carracedo, J.C., Rodríguez Badiola, E., Guillou, H., De La Nuez, J. y Pérez Torrado, F.J. (2001): Geology and volcanology of La Palma and El Hierro, Western Canaries. *Estudios Geológicos*, 57: 1-124.
- Carracedo, J.C., Rodríguez Badiola, E., Guillou, H., Paterné, M., Scaillet, S., Pérez Torrado, F.J., Paris, R., Fra-Paleo, U. y Hansen, A. (2007): Eruptive and structural history of Teide Volcano and Rift Zones of Tenerife, Canary Islands. *Geological Society America Bulletin*, 119 (9/10): 1027-1051.
- Fúster, J.M., Araña, V., Brandle, J.L., Navarro, M., Alonso, U. y Aparicio, A. (1968): *Geología y volcanología de las Islas Canarias: Tenerife*. Instituto “Lucas Mallada”, C.S.I.C., Madrid, 218 p.
- Guillou, H., Carracedo, J. C., Paris R. y Pérez Torrado, F.J. (2004): K/Ar ages and magnetic stratigraphy of the Miocene-Pliocene shield volcanoes of Tenerife, Canary Islands: Implications for the early evolution of Tenerife and the Canarian Hotspot age progression. *Earth and Planetary Science Letters*, 222: 599-614.
- Navarro, J. M. y Farrujia, I. (1989): *Plan Hidrológico Insular de Tenerife. Zonificación hidrogeológica, aspectos geológicos e hidrogeológicos*. Cabildo Insular de Tenerife.
- Thirlwall, M.F., Singer, B.S. y Marriner, G.F. (2000): 39Ar–40Ar ages and geochemistry of the basaltic shield stage of Tenerife, Canary Islands, Spain, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 103: 247–297.